

COMPARAÇÃO DE SEMEADORAS-ADUBADORAS DE MILHO COM RELAÇÃO A PREÇOS DE AQUISIÇÃO E EFICIÊNCIA OPERACIONAL¹

FRANCISCO EDUARDO CASTRO ROCHA², EVANDRO CHARTURI MANTOVANI³, SERGE BERTAUX⁴ e J.C. GARCIA³

RESUMO - Oito semeadoras de milho foram avaliadas com relação a preços de aquisição, eficiência de seus sistemas de distribuição de semente, fertilizante e controle de profundidade de plantio. Verificou-se que não houve diferença entre a eficiência operacional dos referidos sistemas, independentemente da velocidade de deslocamento. No entanto, os preços de aquisição tiveram uma variação acentuada, principalmente entre os equipamentos que são dotados de mecanismo distribuidor de sementes tipo disco horizontal e os de tecnologia mais recente (sistema pneumático e de dedos prensos). A grande diferença de preços entre as semeadoras, considerando todas de mesmo tamanho, não mostrou ser justificável em relação à eficiência delas e as operações avaliadas neste trabalho.

Termos para indexação: *Zea mays*, mecanização, plantio mecanizado, aspectos econômicos.

COMPARISON OF MAIZE SEEDERS CONCERNING THE ACQUISITION PRICE AND OPERATIONAL EFFICIENCY

ABSTRACT - Eight maize seeders were evaluated concerning their prices, efficiency of their seed and fertilizer distribution mechanisms and planting depth control system. Regardless of the operation speed, the efficiency of these systems did not present so many variation among them. However, their acquisition price were very different, specifically, from dipping plate type seeders to pneumatic and finger pickup type seeders. The prices were taken for the same size seeders and the evaluated efficiencies did not justify the so big price difference among them.

Index terms: *Zea mays*, mechanization, mechanized seeding, economical aspects.

INTRODUÇÃO

Atualmente, a produção nacional de grãos é da ordem de 62.000.000 t (Anuário Estatístico do Brasil 1989) e, deste valor, 43% correspondem à produção de milho, cuja produtividade média é de 1.985 kg/ha, que pode ser considerada muito baixa em relação à de países como a França (6.732 kg/ha), Áustria (7.780 kg/ha), Itália (7.936 kg/ha), Estados Unidos (7.291 kg/ha) e Canadá (6.378 kg/ha) (FAO Quarterly... 1990). Parte dessa diferença pode ser explicada pela baixa produtividade de milho obtida na re-

gião Nordeste do País. Entretanto, mesmo nas regiões produtoras do Centro-Sul, poucos municípios conseguem rendimentos superiores a 4.000 kg/ha.

Com a introdução de tecnologia em qualquer sistema de produção, pode-se alterar de forma significativa o rendimento final, como foi o caso da produtividade média de milho nos Estados Unidos, que era de 2.019 kg/ha em 1930, e alcançou a média de 6.300 kg/ha em 1979. Segundo Cardwell (1982), 58% desse aumento deveu-se à utilização de sementes híbridas (melhoramento genético); 20%, à aplicação de fertilizantes, especialmente N; 16%, ao aumento de população de plantas, e o restante, 6%, a outras contribuições tecnológicas. Murphy (1983) acrescenta que o aumento de produtividade de milho em função da aplicação de fertilizante não depende somente da quantidade e do método de aplicação, mas também da localização do adubo.

Sangoi (1990) e Araújo et al. (1983) verifica-

¹ Aceito para publicação em 11 de outubro de 1991

² Eng.-Agríc., M. Sc., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), Rod. MG 424, Km 65, Caixa Postal 151, CEP 35700 Sete Lagoas, MG.

³ Eng.-Agr., Ph. D., EMBRAPA/CNPMS.

⁴ Eng.-Mec., EMBRAPA/CNPMS. Consultor em Mecanização Agrícola - Convênio EMBRAPA/CEEMAT.

ram que a distribuição de sementes dentro da linha de plantio não afeta a produtividade do milho; no entanto, é um importante fator a ser considerado na avaliação de semeadoras, com relação à qualidade de plantio. O estande pode afetar a produtividade do milho se a densidade de população não estiver dentro da faixa de 40.000 a 60.000 plantas por hectare (Viana et al. 1983).

No Brasil, os produtores de milho têm enfrentado diversos problemas com relação ao seu plantio mecanizado, mormente pelo fato de os equipamentos disponíveis no mercado serem ainda de elevado custo de aquisição e de difícil regulagem.

As semeadoras nacionais diferenciam-se entre si principalmente em função do tipo de sistema de distribuição de sementes de que são dotadas, tais como: os modelos pneumático de pressão e os do tipo "dedos prensos" são os que se adaptam mais aos diferentes formatos das sementes de milho. Estes sistemas, regulados adequadamente, proporcionam um plantio de precisão, causam menos danos mecânicos, e, por utilizarem tecnologia mais sofisticada, são equipamentos de maior preço.

O outro sistema, que é mais tradicional no Brasil, utiliza discos perfurados, os quais trabalham tanto na horizontal como em posição inclinada. Este sistema proporciona uma distribuição de semente bastante uniforme, desde que a semeadora seja bem regulada, porém apresenta maior probabilidade de danos mecânicos e exige uma classificação rigorosa das sementes. Por ser uma tecnologia simples e bastante difundida, os equipamentos são de menor custo de aquisição (Wanjura & Hudspeth Junior 1968, Moreira et al. 1978 e Mantovani & Bertaux 1990).

Este trabalho objetivou comparar oito semeadoras, no que se refere a custo de aquisição em relação ao seu desempenho na distribuição de sementes e fertilizante e no controle de profundidade de plantio.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados, para o trabalho, os dados obtidos

nos testes de avaliação de semeadoras-adubadoras de milho realizados no CNPMS/EMBRAPA, onde oito máquinas de diferentes indústrias foram testadas no campo por Mantovani & Bertaux (1990).

De acordo com o descrito por Mantovani & Bertaux (1990), foram feitas, dentre outras, avaliações considerando os seguintes valores esperados (recomendados tecnicamente):

1. O estande, considerando uma população de 50.000 plantas por ha.
2. A precisão de plantio, representada pela distribuição longitudinal de sementes ou porcentagem de espaçamentos aceitáveis.
3. A distribuição de fertilizante, considerando 200 kg/ha.
4. O controle da profundidade de plantio, considerando uma profundidade de 6 cm.

Para o presente trabalho, os valores observados, levantados por Mantovani & Bertaux (1990), do estande, da distribuição de fertilizante e da profundidade de plantio com seus respectivos coeficientes de variação, calculados em função dos desvios dos valores observados em relação aos valores esperados, são apresentados na Tabela 1.

A porcentagem de espaçamentos aceitáveis apresentada na Tabela 1 foi calculada a partir dos dados levantados pelos autores acima mencionados e analisada segundo metodologia apresentada por Kurachi et al. (1989) e através de um programa de computador (Rocha et al. 1991).

Os preços dos equipamentos foram tomados com as indústrias envolvidas nos testes, considerando preços de maio de 1991 e todos os modelos com quatro linhas de plantio, para possibilitar a comparação de preços em relação às suas eficiências operacionais (Tabela 1). Foi feita também uma avaliação do preço em relação ao peso de cada semeadora apresentada na Tabela 1.

As características técnicas dos equipamentos estão apresentadas na Tabela 2, e cada máquina recebeu um número para sua identificação (coluna 1). Foram agrupadas de modo que os números de 1 a 6 referem-se às semeadoras que utilizam sistema de distribuição de sementes tipo disco perfurado, o número 7 refere-se à que utiliza sistema pneumático de pressão, e o número 8, à de sistema tipo dedos prensos.

Esta equação foi desenvolvida para possibilitar a comparação entre os diferentes resultados de avaliações dos equipamentos, considerando como valores esperados os acima mencionados.

TABELA 1. Valores observados com respectivos coeficientes de variações, com relação a espaçamentos aceitáveis, estande, distribuição de adubo e profundidade de plantio, preço por equipamento e preço em relação ao seu peso.

Equipamento	Velocidade de deslocam.* (km/h)	Espaçamentos aceitáveis %	CV %	Estande (pl/ha)	CV %	Distrib. de adubo (kg/ha)	CV %	Profund. de plantio (cm)	CV %	Preço por equipamento (Cr\$)	Preço equip. por peso** (Cr\$/kg)
1	V1	72	22	42958	19	176.35	15	5.0	33	445.000,00	521,00
	V2	68	25	43583	27	149.84	43	4.8	36	521,00	
	V3	67	26	41042	24	140.73	57	5.1	29		
2	V1	70	26	57250	13	218.75	10	7.3	24	498.000,00	593,00
	V2	71	23	53667	08	228.96	13	7.2	25		
	V3	72	25	51417	08	222.81	11	7.2	26		
3		66	29	56000	12	222.34	10	6.6	23	540.000,00	803,00
	V1	61	31	55500	11	230.68	13	6.6	21		
	V2	50	31	50416	06	218.30	09	6.2	22		
4		74	28	52125	07	221.41	15	4.8	34	876.000,00	534,00
	V1	65	27	50375	08	202.71	06	4.9	36		
	V2	50	30	47167	09	203.23	10	4.2	49		
5		78	25	57167	15	189.58	08	7.1	24	954.526,00	434,00
	V1	75	26	55875	12	181.67	12	6.5	22		
	V2	75	28	55708	12	176.25	14	6.9	25		
6		68	23	49458	17	183.12	10	5.0	32	991.513,00	587,00
	V1	69	22	51458	13	201.26	09	5.4	24		
	V2	71	22	47458	13	186.35	08	5.0	30		
7		59	30	53583	11	182.60	10	8.2	31	1.415.700,00	745,00
	V1	57	30	55208	11	181.98	10	7.6	26		
	V2	54	30	53208	09	189.79	10	7.9	31		
8		78	18	48917	10	183.19	10	7.0	24	2.532.931,00	1.047,00
	V1	76	21	49292	11	172.92	16	6.5	20		
	V2	74	22	47208	10	173.12	16	6.5	17		

* V1 = 5.0 km/h; V2 = 6.5 km/h e V3 = 7.5 km/h.

** Os preços dos equipamentos 1, 2 e 3, utilizados no cálculo da relação de preço por peso, são compatíveis com suas dimensões, conforme é mostrado na Tabela 2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da avaliação das oito semeadoras-adubadoras se encontram resumidos nas Fig. 1, 2 e 3. Foram analisados seus principais sistemas operacionais: sistema de distribuição de sementes, de fertilizante e de controle de profundidade de plantio.

A eficiência dos mecanismos distribuidores de fertilizante variou de 70% para o equipamento 1, a 99% para os de número 4 e 6, considerando, respectivamente, as velocidades de

deslocamento livre (acima de 7,5 km/h) e de 6,5 km/h. Os resultados mostram que tanto o mecanismo tipo rosca-sem-fim como o de tipo rotor dentado apresentaram o mesmo desempenho.

A eficiência dos mecanismos distribuidores de sementes, com relação ao estabelecimento do estande, variou de 82% para o equipamento 1 - velocidade livre, a 99% para os de números 3, 4, 6 e 8 nas velocidades livres 6,5, 5,0 e 6,5 km/h, respectivamente. Com relação à precisão de plantio (porcentagem de espaçamentos

TABELA 2. Características técnicas das semeadoras de milho avaliadas na EMBRAPA/CNPMS.

Equipamento	Nº de linhas de plantio	Capacid. carga kg		Dosador		Sulcador		Tipo de engate	Potência requerida	Roda compactadora	Peso kg
		Semente	Adubo	Semente	Adubo	Semente	Adubo				
1	2	49	134	Disco horiz. (Sist. mecânico)	Rotor dentado	Disco duplo	Disco duplo	Três pontos	45 Hp	Roda de bor-racha flexível	427
2	2	80	80	Disco horiz. (Sist. mecânico)	Rosca s/fim	Disco duplo	Disco duplo	Três pontos	50 Hp	Roda de bor-racha flexível	420
3	2	80	100	Disco horiz. (Sist. mecânico)	Rotor dentado	Disco duplo	Disco duplo	Três pontos	40 Hp	Roda de bor-racha flexível	336
4	4	160	700	Disco horiz. (Sist. mecânico)	Rotor dentado	Disco duplo	Disco duplo	Arrasto	70 Hp	Roda de bor-racha flexível	1.640
5	4	300	1200	Disco horiz. (Sist. mecânico)	Rotor dentado	Disco duplo	Disco duplo	Arrasto	75 a 80 Hp	Roda de bor-racha flexível	2.200
6	4	160	600	Disco horiz. (Sist. mecânico)	Rosca s/fim	Disco duplo	Disco duplo	Arrasto	70 Hp	Roda de bor-racha flexível	1.690
7	4	160	400	Disco horiz. (Sist. mecânico)	Rotor dentado	Disco duplo	Disco duplo	Arrasto	70 Hp	Roda de bor-racha flexível	1.900
8	4	200	600	Disco horiz. (Sist. mecânico)	Rotor dentado	Disco duplo	Disco duplo	Arrasto	80 Hp	Roda de bor-racha flexível	2.420

A eficiência dos equipamentos com relação às diferentes operações foi calculada usando-se a seguinte expressão:

$$E = \left(1 - \left| \frac{\text{valor observado}}{\text{valor esperado}} - 1 \right| \right) \times 100;$$

aceitáveis), houve uma variação de 50% para os equipamentos 3 e 4, a 78% para os equipamentos 5 e 8, considerando, respectivamente, as velocidades de deslocamento livre e de 5,0 km/h. Os resultados mostraram que não houve diferença de desempenho entre as semeadoras, independentemente do tipo de mecanismo distribuidor de semente, quanto ao estabelecimento do estande, no entanto, a semeadora 8, dotada de mecanismo tipo dedos prensos, apresentou o melhor desempenho com relação à precisão de plantio.

A eficiência dos sistemas de sulcagem, com relação ao controle de profundidade de plantio, variou de 63 a 97% para os equipamentos 7 e 3, considerando, respectivamente, as velocidades de 5,0 km/h e de deslocamento livre, respectivamente. Os resultados mostraram que o equi-

pamento 3, dotado de sistema de sulcagem tipo disco duplo, apresentou o melhor desempenho, e sua diferença em relação aos outros, que são do mesmo tipo, ocorreu em função de modificações feitas no mecanismo de controle de profundidade, em decorrência dos resultados do ano anterior.

Pode-se observar que, com relação à eficiência, os três sistemas acima analisados não apresentaram diferença entre si, independentemente da velocidade de deslocamento.

A eficiência na precisão de plantio foi mais baixa em todos os equipamentos, provavelmente devido ao fato de que eles ainda não alcançaram uma fase avançada de desenvolvimento, como, por exemplo, altura de queda das sementes, inclinação e tipo de tubo de distribuição de

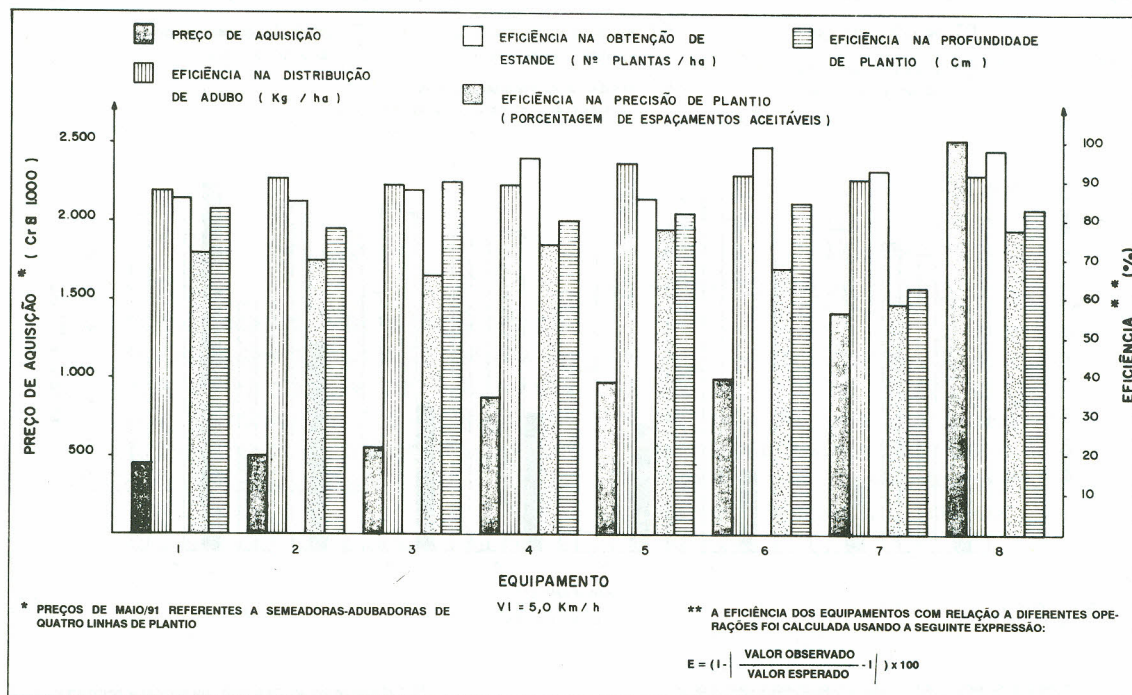


FIG. 1. Avaliação de oito semeadoras-adubadoras com relação ao preço de aquisição e à eficiência delas em diferentes operações, quando submetidas à velocidade de deslocamento de 5,0 km/h.

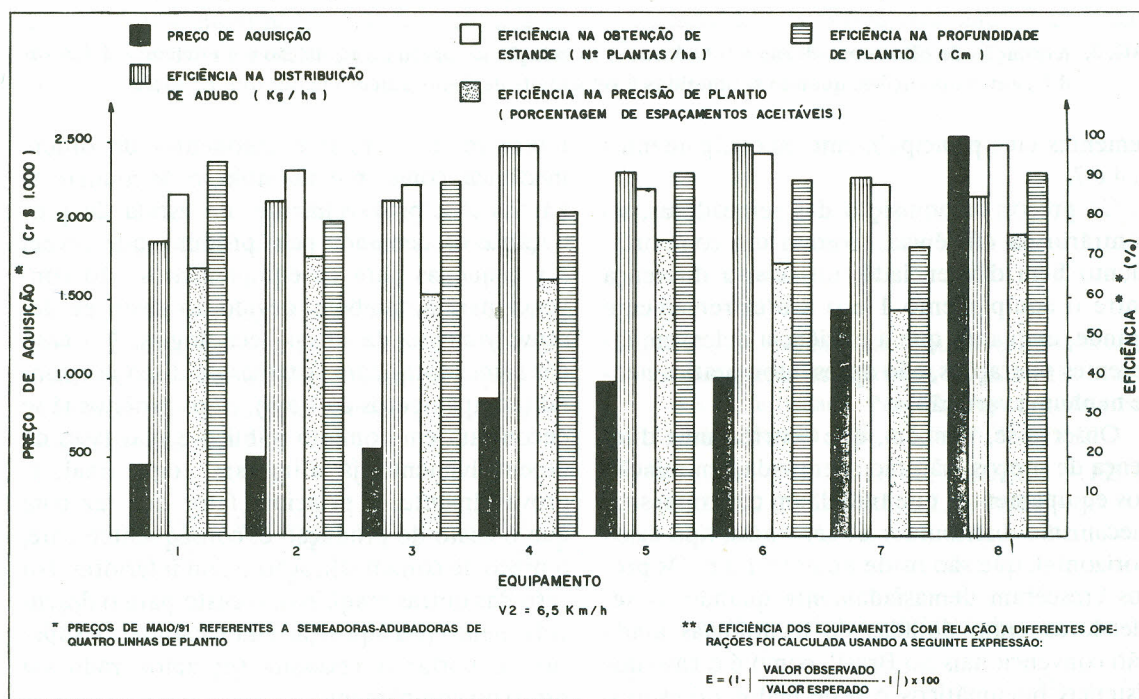


FIG. 2. Avaliação de oito semeadoras-adubadoras com relação ao preço de aquisição e à eficiência delas em diferentes operações, quando submetidas a velocidade de deslocamento de 6,5 km/h.

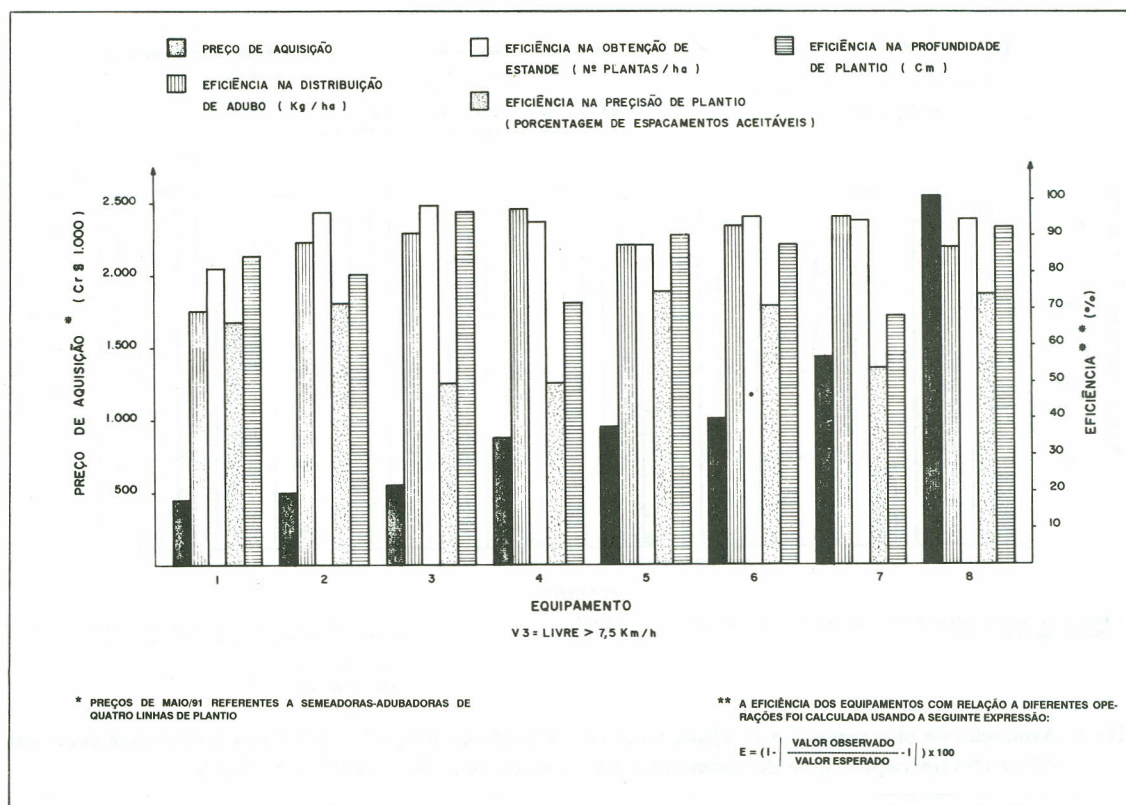


FIG. 3. Avaliação de oito semeadoras-adubadoras com relação ao preço de aquisição e à eficiência delas em diferentes operações, quando submetidas à velocidade de deslocamento maior que 7,5 km/h.

sementes etc., principalmente os equipamentos 3, 4 e 7.

Os preços de aquisição das semeadoras, ao contrário da eficiência, tiveram um comportamento bem diferenciado, ou seja, a diferença entre o equipamento 1 e o 8 é extremamente grande, enquanto que a eficiência deles, em diferentes operações, não apresentou praticamente nenhuma variação.

Observa-se, também, que ocorreu uma diferença de preços, não tão acentuada, em relação aos equipamentos que trabalham com o mesmo mecanismo distribuidor de sementes, tipo disco horizontal, que são os de número 1 a 6. Os preços cresceram demasiadamente quando as semeadoras eram dotadas de tecnologias ainda não convencionais no Brasil, como é o caso dos sistemas pneumáticos e o de dedos prensores. Essa diferença de preços entre as semeadoras pode ser justificada em razão de alguns modelos

terem recebido mais componentes de ordem mecânica, como, por exemplo, o de número 8, em função, provavelmente, da escala de produção e da demanda pelo produto, que devem ser pequenas para os equipamentos não convencionais e, também, devido ao custo de desenvolvimento de novas tecnologias. No caso das semeadoras com sistemas de disco horizontal (equipamentos de 1 a 6), cujos projetos já se encontram em domínio público e suas fases de desenvolvimento já atingiram etapa final, é, provavelmente, o principal fator que faz com que o custo de produção e, conseqüentemente, o preço de comercialização sejam inferiores. No caso das outras máquinas, o custo para o desenvolvimento (ou aquisição) da tecnologia é superior, e portanto necessita ser amortizado via preço do equipamento.

Os preços dos equipamentos em relação aos seus pesos mostram também que houve muita

diferença entre as semeadoras que utilizam discos perfurados, exceto a de número 3, para a do tipo de dedos prensos (8) e o pneumático (7). Essa relação preço/peso justifica as explicações acima: custo de tecnologia e economia de escala.

CONCLUSÕES

1. Os mecanismos de distribuição de sementes e de fertilizantes e o sistema de controle de profundidade de plantio das oito semeadoras avaliadas não apresentaram diferença significativa de eficiência entre si, independentemente da velocidade de deslocamento.

2. A eficiência dos equipamentos quanto à precisão de plantio foi a menor em relação à obtenção do estande, de distribuição de adubo e de profundidade de plantio.

3. Os preços tiveram uma variação muito acentuada, principalmente entre os equipamentos que utilizam mecanismo de distribuição de sementes tipo disco horizontal, e os de tecnologia mais recente (sistema pneumático e de dedos prensos).

4. Os dados permitem levantar a hipótese de que, em alguns casos, pode existir uma relação positiva entre o preço de aquisição do equipamento e sua eficiência em diversas operações.

5. O elevado preço das semeadoras que utilizam o sistema pneumático e de dedos prensos em relação às outras não é justificável pela sua eficiência, considerando somente os critérios utilizados neste trabalho.

6. A avaliação dos dados com relação ao custo/peso mostrou que o lançamento de novas tecnologias no mercado é sensivelmente mais caro.

REFERÊNCIAS

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, Rio de Janeiro: IBGE, n. 49, p.316-332, 1989.
- ARAÚJO, G.A. de A.; SILVA, C.C. da; VIEIRA, C.; CHAGAS, J.M. Cultura associada de feijão e milho. VI - Efeito do espaçamento entre covas do milho. *Revista Ceres*, Viçosa, v.3, n.171, p.394-397, 1983.
- CARDWELL, V.B. Fifty years of Minnesota corn production: sources of yield increase. *Agronomy Journal*, v.74, n.12, p.984-990, 1982.
- FAO QUARTERLY BULLETIN OF STATISTICS, v.3, n.3, p.44, 1990.
- KURACHI, S.A.H.; COSTA, J.A. de S.; BERNARDI, J.A.; COELHO, J.L.D.; SILVEIRA, G.M. da. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. *Bragantia*, Campinas, v.48, n.2, p.249-262, 1989.
- MANTOVANI, E.C.; BERTAUX, S. Avaliação do desempenho de semeadoras-adubadoras de milho no campo. Sete Lagoas: EMBRAPA-CNPMS/ABIMAQ - SINDIMAQ, 1990. 49p.
- MOREIRA, C.A.; PEREIRA, J.C.V.N.A.; MENEZES, J.F. de; COSTA, J.A. de S. Desempenho de mecanismos dosadores-distribuidores de sementes em plantadeiras-adubadeiras. Campinas: Instituto Agrônomo, 1978. 22p. (Circular, 90).
- MURPHY, L. Fertilizer placement: a primer. *Journal of soil and Water Conservation*, v.38, n.3, p.246-249, 1983.
- ROCHA, F.E. de C.; FRANCO, V.P.; OLIVEIRA, C.A. da. Semeadura de milho doce. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.15, n.169, p.33-37, 1991.
- SANGOI, L. Arranjo de plantas e características agrônomicas de genótipos de milho em dois níveis de fertilidade. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.25, n.7, p.945-953, 1990.
- VIANA, A.C.; SILVA, A.F. da; MEDEIROS, J.B. de; CRUZ, J.C.; CORREA, L.A. Práticas culturais. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (Sete Lagoas, MG). *Cultura do milho*. Brasília: EMBRATER, 1983. p.87-100 (EMBRATER. Série Articulação Pesquisa - Extensão, 3).
- WANJURA, D.F.; HUDSPETH JUNIOR, E.B. Metering and Seed-pattern characteristics of a horizontal, edge-chop plate planter. *Transactions of the ASAE*, v.11, n.4, p.468-469, 1968.